

Miko Laukkanen

## **Koulutusmateriaalin luominen PSBB/LPBB-linjan ohjelmistoista ja käytöstä**

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Miko Laukkanen

Työn nimi: Koulutusmateriaalin luonti PSBB-linjan ohjelmistoista ja käytöstä

Ohjaaja: Jukka Pajula

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 40

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Opinnäytetyö tehtiin Kauhavalla toimivalle ohutlevyteollisuuden laitteita ja järjestelmiä valmistavalle Finn-Power Oy:lle. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä yrityksen valmistaman valmistusjärjestelmän, PSBB-linjaston käytöstä kokonaisvaltainen Captivate-pohjainen koulutusmateriaali. Aikaisemmin yrityksessä ei ole ollut olemassa minkäänlaista kokonaisvaltaista koulutusmateriaalia linjaston käytöstä, vaan koulutettava tieto on ollut lähes täysin yrityksen koulutushenkilökunnan omassa muistissa tai sirpaleina useassa eri lähteessä. Koulutusmateriaali on tarkoitus myöhemmin lisätä yrityksen kehitteillä olevaan Moodle-pohjaiseen Prima Power Academy -koulutusjärjestelmään. Näin ollen oppija voi itsenäisesti käydä materiaalia läpi, eikä kouluttajaa sitovaa aikaa muodostu niin paljoa kuin aikaisemmin.

Koulutusmateriaalin keskeisimmät asiat ovat työstöratojen luominen ja nestaaminen NC Express e3 -ohjelmistoa käyttäen, taivutusohjelman luominen Master BendCam -ohjelmistolla, sekä levytyökoneen ja automaattitaivuttimen käyttöliittymän peruskäyttö. Koulutusmateriaaliin tehtiin Quick- ja Advanced guide -osiot, joista Quick guide sisältää keskeisimmät asiat ikään kuin kertauksena ja Advanced guidessa vaiheet käydään läpi yksityiskohtaisemmin mukana edettävien ohjelmistosimulaatioiden avulla sekä käsitellään myös joitakin mahdollisia ongelmatilanteita. Lopputulokseksi saatiin 222 diaa koulutusmateriaalia. Navigointi diojen välillä toteutettiin otsikoinnin ja valikko-painikkeiden avulla sekä JavaScriptillä luodulla tilannekohtaisella navigoinnilla Quickin ja Advanced guiden välillä.

Avainsanat: koulutus, Moodle, ohjeet, tietokoneavusteinen valmistus, verkko-opetus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineer

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Miko Laukkanen

Title of thesis: Creating of training material for PSBB-line's software and usage

Supervisor: Jukka Pajula

Year: 2017

Number of pages: 40

Number of appendices: 0

---

The thesis was made for Finn-Power Oy, which is a manufacturer of sheet metal industry machines and production systems. The target of the thesis was to create Captivate-based comprehensive training manual on the PSBB production system. There are no previous written training manuals like this in the company. The training manual will be added to Moodle-based training environment Prima Power Academy that the company is currently developing. A learner can independently look over the training material at the Prima Power Academy and so the training staff will not be occupied so much.

The most important things in the training manual were creating toolpaths and nests with NC Express e3, creating a bending program with Master BendCam and the basic use of the machine user interface. The training manual includes Quick- and Advanced guides about the previously stated topics. The Quick guide contains only the most important tasks during the process as revision and Advanced guide in more detail deals with the software simulation about the process and most common issue cases. As the result, there are 222 slides of training material and the navigation inside the material can be performed by clicking headlines and menus. The training manual also includes context-sensitive navigation between the Quick- and Advanced guides. The context-sensitive navigation was created using JavaScript interface of the Captivate.

Keywords: training, Moodle, manual, computer-aided manufacturing, eLearning

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ .....	3
Kuvioluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	6
1 JOHDANTO .....	7
1.1 Työn tausta .....	7
1.2 Työn tavoite .....	7
1.3 Työn rakenne .....	8
1.4 Yritysesittely .....	8
2 LINJASTON ESITTELY .....	10
2.1 PSBB- ja LPBB-linjastot .....	10
2.2 Materiaalin syöttö .....	11
2.2.1 Vaunu.....	12
2.2.2 COMBO FMS.....	12
2.2.3 Night Train FMS.....	12
2.2.4 Cut-to-length-linja.....	12
2.3 Levyntyöstö .....	13
2.4 Bufferointi .....	14
2.5 Taivutusautomaatti.....	15
2.6 Linjastojen työnkulku eli "workflow" .....	16
3 OHJELMISTOJEN ESITTELY .....	17
3.1 Adobe Captivate.....	17
3.2 CAM-ohjelmistot.....	18
3.3 NC Express e3.....	18
3.4 Master BendCam .....	19
3.5 Tulus Cell .....	20
4 DIGITAALINEN OPPIMISYMPÄRISTÖ .....	22
4.1 Verkko oppimisympäristönä .....	22
4.1.1 Tietokoneavusteiset opetusohjelmat .....	22

4.1.2 Hyper- ja multimediasovellukset ja niiden käyttö.....	23
4.1.3 Oppimisen rajausta .....	24
4.2 Oppimisaihiot .....	25
4.2.1 Pedagoginen funktio eli käyttökohde .....	26
4.2.2 Pedagoginen jäsenitys ja sisääntulo.....	28
4.3 Moodle .....	28
<b>5 KOULUTUSMATERIAALIN LUOMINEN .....</b>	<b>30</b>
5.1 Linjastoon perehtyminen .....	30
5.2 Koulutusmateriaalin rajaaminen .....	30
5.3 Rakenteen suunnittelu .....	31
5.4 Materiaalin luominen .....	32
5.5 Navigoinnin uudelleentoteutus .....	34
<b>6 TULOKSET .....</b>	<b>37</b>
<b>7 YHTEENVETO JA POHDINTA .....</b>	<b>38</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>39</b>

## Kuvioluettelo

Kuvio 1. PSBB- ja LPBB-linjastot ja niiden komponentit .....	11
Kuvio 2. LPef-sarjan levytyökone.....	13
Kuvio 3. Ebe-taivuttimen rakenne .....	15
Kuvio 4. Adobe Captivate. ....	17
Kuvio 5. NC Express e3.....	19
Kuvio 6. Master BendCam -käyttöliittymä. ....	20
Kuvio 7. Tulus Cell –käyttöliittymä. ....	21
Kuvio 8. Advanced guiden sisältö. ....	31
Kuvio 9. Quick- ja Advanced-osioiden otsikkorakenne. ....	33
Kuvio 10. Advanced guide -painikkeen JavaScript. ....	35
Kuvio 11. Quick guide -painikkeen JavaScript. ....	36

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Bufferointi</b>	Bufferointi käsittää kappaleiden välivarastoinnin ja annostelun.
<b>CAM</b>	Tietokoneavusteinen valmistus (Computer-Aided Manufacturing).
<b>CNC</b>	Tietokoneistettu numeerinen ohjaus (Computerized Numerical Control). Työstö- tai muun koneen ohjaamista numeerisella koodilla. Koneen ohjauselektroniikka muuntaa NC-koodin servo-ohjattujen moottoreiden liikkeiksi.
<b>eLearning</b>	eLearning on oppimista ja opetusta tietokoneverkon avulla.
<b>JavaScript</b>	Web-ympäristössä käytettävä dynaaminen komentosarjakieli.
<b>LPBB</b>	Joustava valmistusjärjestelmä. Kirjaimet tulevat sanoista laser cutting - punching – buffering – bending.
<b>PSBB</b>	Joustava valmistusjärjestelmä. Kirjaimet tulevat sanoista punching – shearing – buffering – bending.
<b>Session Storage</b>	Selaimen väliaikainen varasto, josta tieto pyyhitään istunnon päättyessä.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Työn aihe liittyy lähinnä yrityksen sisäiseen henkilöstökoulutukseen. Ongelmana on se, että suurin osa tiedosta kulkeutuu suullisena perimänä työntekijältä toiselle, eikä varsinaista koulutusmateriaalia jokaisesta aiheesta välttämättä ole, tai se on vaikeasti löydettävissä ja saatavissa. Vaikka materiaalia joistakin osa-alueista olisikin jo ennestään, ei siitä ole rakennettu kokonaisvaltaista koko järjestelmän kattavaa pakettia, josta oppijan olisi mahdollista itsenäisesti opetella ja sisäistää tarvittavat asiat. Yrityksessä on tällä hetkellä meneillään uuden Moodle-pohjaisen ympäristön Prima Power Academyn kehittäminen ja tämäkin työ tullaan lisäämään sinne.

## 1.2 Työn tavoite

Tavoitteena on luoda PSBB- ja LPBB-linjojen käyttöä ohjeistavalle kurssille koulutusmateriaali. Kurssi tullaan lisäämään yrityksen Moodle-pohjaiseen koulutusjärjestelmään Prima Power Academyyn. Kurssin keskeisimpänä materiaalina tulee olemaan Captivate-pohjainen eLearning-koulutusmateriaali siitä, kuinka PSBB/LPBB-linjalle tehdään ohjelma ja kuinka tehty ohjelma ajetaan linjaston läpi. Tässä eLearning-materiaalissa pyritään havainnollistamaan asioita mahdollisimman paljon kuvien ja opastavien ohjelasimulaatioiden avulla. Koulutusmateriaali tulee myös sisältämään jonkin verran aukiselityksiä ohjelmistojen työkaluista ja ominaisuuksista sekä käytössä huomioitavia asioita. Captivate-pohjaisessa koulutusmateriaalissa tulee olemaan kaksi osiota, joista toinen on vain avainasiat sisältävä Quick guide ja toinen enemmän yksityiskohtia sisältävä Advanced guide. Quick-osiosta on tarkoitus tulla mahdollisimman lyhyt kokonaisuus, joka on mahdollista selata läpi parissa minuutissa kerratakseen jo ennestään opitut asiat. Advanced-osiosta on tarkoitus tulla kokonaisuus, jossa käydään asioita yksityiskohtaisemmin läpi ja oppijalle näytetään vaihe vaiheelta, mitä pitää tehdä.



### 1.3 Työn rakenne

Johdannossa esitellään työn taustaa, tavoitteita sekä työn toimeksiantaja Finn-Power. Seuraavaksi tutustutaan PSBB- ja LPBB-linjastojen toimintaan ja niiden tärkeimpiin komponentteihin, jonka jälkeen esitellään linjastojen käytössä käytettävät ohjelmistot sekä ohjelmistoja, joita työtä tehdessä on käytetty. Opinnäytetyössä käsitellään myös digitaaliseen oppimisympäristöön ja muuhun oppimiseen liittyvää teoriaa. Työn toteutusosiossa kerrotaan, kuinka työtä on lähdetty tekemään, mitä sen tekemisessä on täytynyt huomioida ja minkälaisiin ratkaisuihin on lopulta päädytty. Tulokset-osiossa on katsaus työn tuloksista, eli siitä, mitä saatiin aikaiseksi. Lopussa on vielä yhteenveto ja pohdinta työn tavoitteista ja siitä, saavutettiinkö niitä. Yhteenveto ja pohdinta sisältää myös joitakin ajatuksia työn tulevista käyttömahdollisuuksista.

### 1.4 Yritysesittely

Finn-Power perustettiin vuonna 1969 ja se saavutti maailman markkinajohtajuuden hydraulisilla letkuliitinpuristimilla 1970-luvun lopulla. 1983 Finn-Power toi letkuliitinpuristimen rinnalle valmistamansa ja kehittämänsä levytyökeskuksen. 1985 perustettiin ensimmäinen tytäryhtiö Yhdysvaltoihin. 1990-luvun alkupuolella Finn-Power tekee läpimurron integroidulla lävistys-kulmaleikkuu-konseptilla. Vuonna 1994 esiteltiin Night Train FMS. 1998 Finn-Power esitteli ensimmäisen sähköservotekniikkaan perustuvan levytyökeskuksen, joka johti nykyiseen Green Means -konseptiin. 4.2.2008 tapahtuu suuri muutos, kun Prima Industrie osti Finn-Power Oy:n tytäryhtiöineen. 2011 otettiin käyttöön uusi yhteinen tunnus Prima Power kaikille tuotteille ja palveluille. Myynti ja huolto integroitiin, sekä uudet tytäryhtiöt perustettiin Brasiliaan, Intiaan ja Turkkiin. Vuonna 2015 avattiin tehdas Kiinassa. (Prima Power 2015a.)

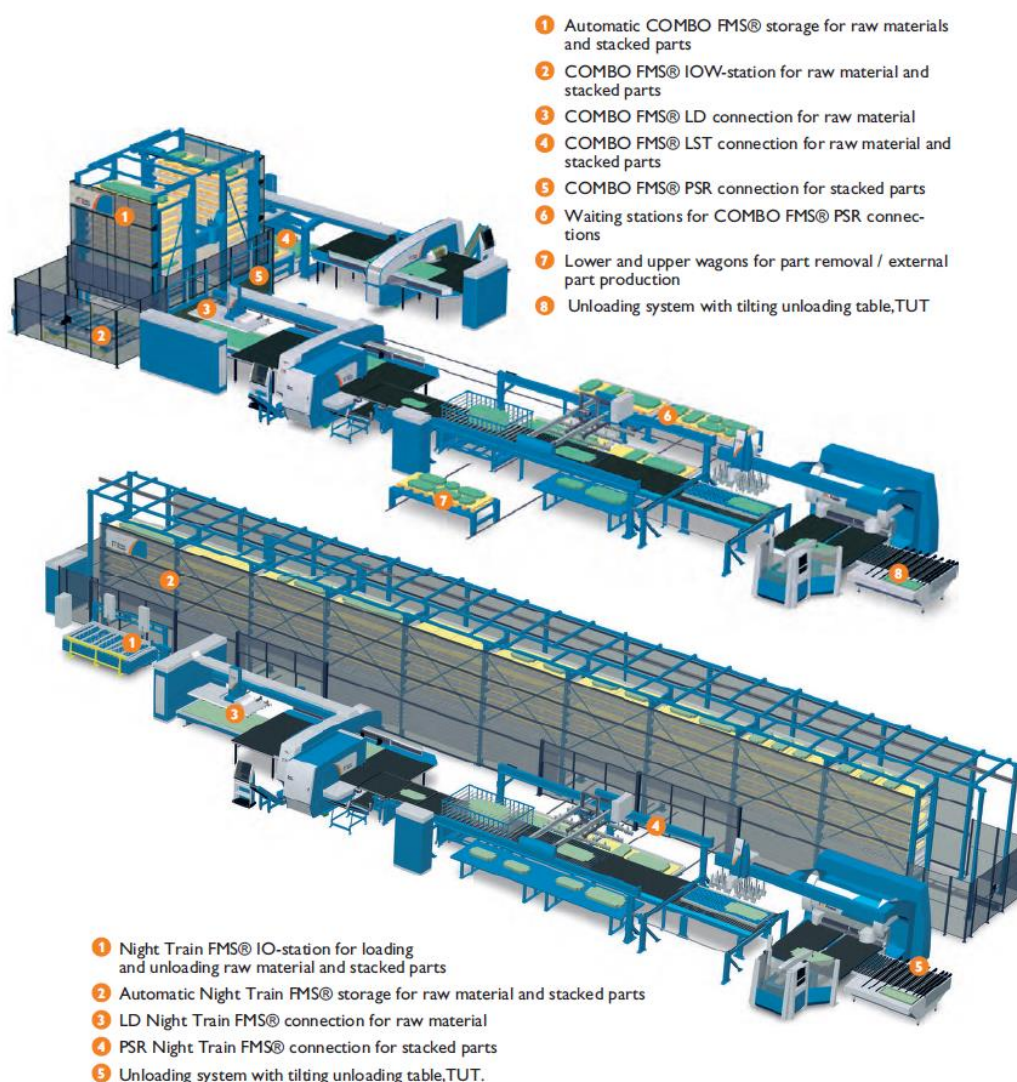
Prima Power valmistaa levyntyöstäkoneita ja järjestelmiä. Tähän lukeutuvat levyntyöstön kaikki vaiheet, kuten laserleikkuu, hitsaus, poraus, lävistys, kulmaleikkaus, laserleikkaus, taivutus, automaatio ja ohjelmistot. Erityisvahvuutena koneiden ja järjestelmien automatisointi halutulle tasolle. Asiakkaita yli 70 maassa

ja toimitettuja koneita ja järjestelmiä yli 10 000. Prima Powerin tuotantoyksiköitä on Suomessa, Italiassa, Yhdysvalloissa ja Kiinassa. (Prima Power 2015b.)

## 2 LINJASTON ESITTELY

### 2.1 PSBB- ja LPBB-linjastot

PSBB tulee sanoista punching – shearing – buffering – bending. LPBB tulee sanoista laser cutting – punching – buffering – bending. Nämä linjastot ovat joustavia, kompakteja ja korkean automaatiotason valmistusjärjestelmiä, joilla voidaan valmistaa teräslevyistä valmiita taivuteltuja tuotteita. Linjastot koostuvat neljästä pääkomponentista, joita ovat materiaalivarasto/materiaalin syöttö, levyntyöstö solu, kappaleen käsittelyrobotti ja automaattitaivutin. Järjestelmät voidaan kustomoida asiakkaan tarpeiden mukaan. Saatavilla on laaja valikoima korkean suorituskyvyn omaavia työkaluja, integroituja soluja, automaattisia materiaalinkäsittelyratkaisuja sekä ohjelmistoja. Modulaarisuuden ansiosta ideaalinen ratkaisu voidaan löytää kaikenkokoisiin sovellutuksiin (Kuvio1). (Prima Power 2014c; Prima Power 2014d.)



Kuvio 1. PSBB- ja LPBB-linjastot ja niiden komponentit (Prima Power 2014d).

## 2.2 Materiaalin syöttö

Materiaali lastataan levytyökeskukselle LD-lastauslaitteen avulla. LD-lastauslaitteeseen voidaan liittää yksi neljästä eri materiaalin syöttömenetelmästä. Menetelmä voidaan valita tapauskohtaisesti asiakkaan tarpeiden mukaan. Materiaalin syöttö levytyökoneelle tapahtuu täysin miehittämättömästi. (Prima Power 2014d.)

### **2.2.1 Vaunu**

Levyaihioita voidaan lastata vaunujen päälle. Vaunun päältä LD-lastauslaite syöttää levyaihiot levytyökoneelle jatkojalostusta varten. Myös myöhemmässä vaiheessa varastojärjestelmän sijasta voidaan käyttää erillisiä vaunuja pinoamisessa ja bufferoinnissa. (Prima Power 2013b.)

### **2.2.2 COMBO FMS**

COMBO FMS on joustava materiaalin varastointijärjestelmä, joka toimii automaattisen materiaalivirran pääelementtinä. Sillä voidaan varastoida erilaisia materiaaleja työpisteelle nopeasti ja sitä voidaan käyttää myös välivarastona valmiille komponenteille. COMBO-varastoon voidaan liittää yhdestä kolmeen konetta tai solua. Tyypillisiä liitettäviä soluja ovat levytyökoneet ja laserleikkurit. (Prima Power 2014b.)

### **2.2.3 Night Train FMS**

Night Train FMS on joustava varastointi- ja materiaalinhallintajärjestelmä, jonka avulla erilliset työvaiheet voidaan yhdistää yhdeksi joustavaksi prosessiksi. Night Train FMS:n avulla tuotanto voidaan muuttaa täysin automaattiseksi. Järjestelmä soveltuu täysin pienten ja suurten eräkokojen valmistukseen. Täysin modularisoidun rakenteen ansiosta se voidaan räätälöidä täysin asiakkaan tarpeiden mukaan, sekä varaston kokoa voidaan tarvittaessa päivittää myöhemmin. Tyypillisiä liitettäviä soluja ovat levytyökoneet, laserleikkurit ja taivuttimet. (Prima Power 2014b.)

### **2.2.4 Cut-to-length-linja**

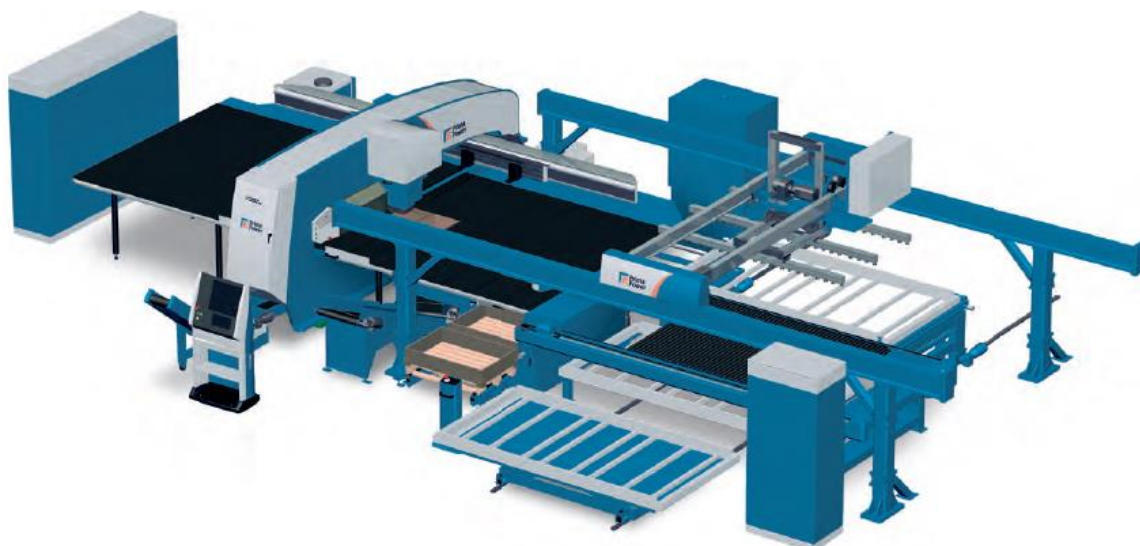
Cut-to-length-linja perustuu siihen, että ohutlevymateriaalia syötetään kelalta ja leikataan tarvittaessa oikean kokoisiksi paloiksi, minkä jälkeen LD-lastauslaite syöttää materiaalin levytyökoneelle. Usein integroidaan osaksi PSBB-linjastoa ja

voidaan integroida myös COMBO FMS:n ja Nighth Train FMS:n kanssa. (Prima Power 2014d.)

### 2.3 Levyntyöstö

PSBB-linjaston levytyökoneena toimii Shear Genius tai Shear Brilliance lävistys-kulmaleikkuukone. Koska suurin osa valmistettavista ohutmetallituotteista on suorakulmaisia, on näiden valmistus tehokkainta ensin lävistämällä monimutkaisemmat muodot ja lopuksi kulmaleikkurilla leikkaamalla suorakulmaiset muodot. Kulmaleikkuun ansiosta levyn rangat on helppo tuhota, eikä kappaleisiin jää nakerrusjälkiä. (Prima Power 2014d.)

LPBB-linjaston levytyökoneena toimii LPef-sarjan levytyökone (Kuvio 2). Sarjan koneissa yhdistyy servo-elektroninen lävistys sekä kuitulaserteknologia. Tämän mahdollistaa hyvinkin monimuotoisen valmistuksen, esimerkiksi voidaan käyttää lävistystä tapauksissa, joissa se on helpompaa ja nopeampaa ja laserleikkausta monimutkaisempien muotojen tekemiseen. Laitteella voidaan käyttää pääasiassa viittä eri työstömenetelmää, joita ovat lävistys, muovaus, merkkkaus, laserleikkaus ja kierteytys. (Prima Power 2014c.)



Kuvio 2. LPef-sarjan levytyökone  
(Prima Power 2014c).

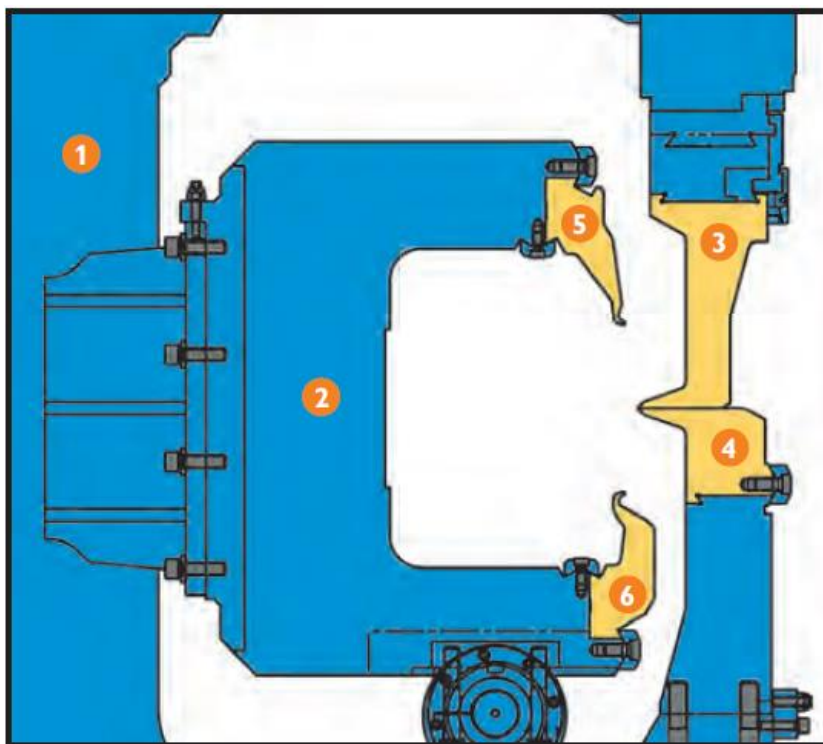
Molemmissa linjastoissa levytyökoneet käyttävät servo-elektronista lävistystä. Lävistys iskut ovat NC-ohjattuja, minkä ansiosta hyvinkin tarkka muovaus on mahdollista. Työkaluturretti voi olla joko 16- tai 20-paikkainen ja siihen voidaan kiinnittää jopa 384 työkalua yhtäaikaaisesti. Tämän ansiosta tarpeettomat työkalunvaihdot voidaan minimoida. (Prima Power 2014c.)

## **2.4 Bufferointi**

Levyntyöstön jälkeen kappaleet kuljetetaan linjaa pitkin robotille, joka pinoaa, lajittelee ja bufferoi kappaleet. Erilaisia robotteja ja ratkaisuja tähän vaiheeseen on saatavilla useita eri tarpeisiin sopivia. Robotilta kappaleet voidaan ohjata joko pois linjalta tai taivutusautomaatille taivutusta varten. Robotille voidaan myös tuoda kappaleita linjan ulkopuolelta. Linjalta pois ohjatut kappaleet voidaan siirtää automaattisesti COMBO- tai Night Train FMS -järjestelmään. (Prima Power 2014d.)

## 2.5 Taivutusautomaatti

Express Bender Ebe -taivutusautomaatti käyttää servo-elektronista teknologiaa. Kuviosta 3 näkyy seuraavat viittaukset taivuttimen osiin. Taivutusautomaatilla on kaksi runkoa, kiinteä päärunko(1) ja C-runko(2). Ylätyökalu(3) koostuu työkalupitimestä sekä työkalusegmentistä. Ylätyökalun kokoonpanoa voidaan muuttaa 4 mm:n porrastuksella automaattisesti taivutettavalle kappaleelle soveltuvaksi. Kiinteä alatyökalu(4) koostuu yhdestä elementistä ja sen tehtävä on pitää taivutuksen ajan kappale paikoillaan. Taivutustyökaluja on kaksi, ylempi taivutustyökalu(5), jolla tehdään alaspäin suuntautuvat taivutukset, sekä alempi taivutustyökalu(6), jolla tehdään ylöspäin suuntautuvat taivutukset. (Prima Power 2014d.)



Kuvio 3. Ebe-taivuttimen rakenne  
(Prima Power 2014d).

Kappaleen keskitys tapahtuu kahden paikoituspinnin avulla, joista molemmissa voidaan käyttää tarvittaessa lisäksi apupinnejä. Näitä pinnejä voidaan ohjata erikseen kolmen CNC-akselin avulla, mikä mahdollistaa epäsymmetristenkin muotojen avulla paikoittamisen. Taivutuksen aikana manipulaattori suorittaa



jokaisen levyn liikkeen siitä lähtien, kun levy on lastattu pöydälle. (Prima Power 2014d.)

## **2.6 Linjastojen työnkulku eli ”workflow”**

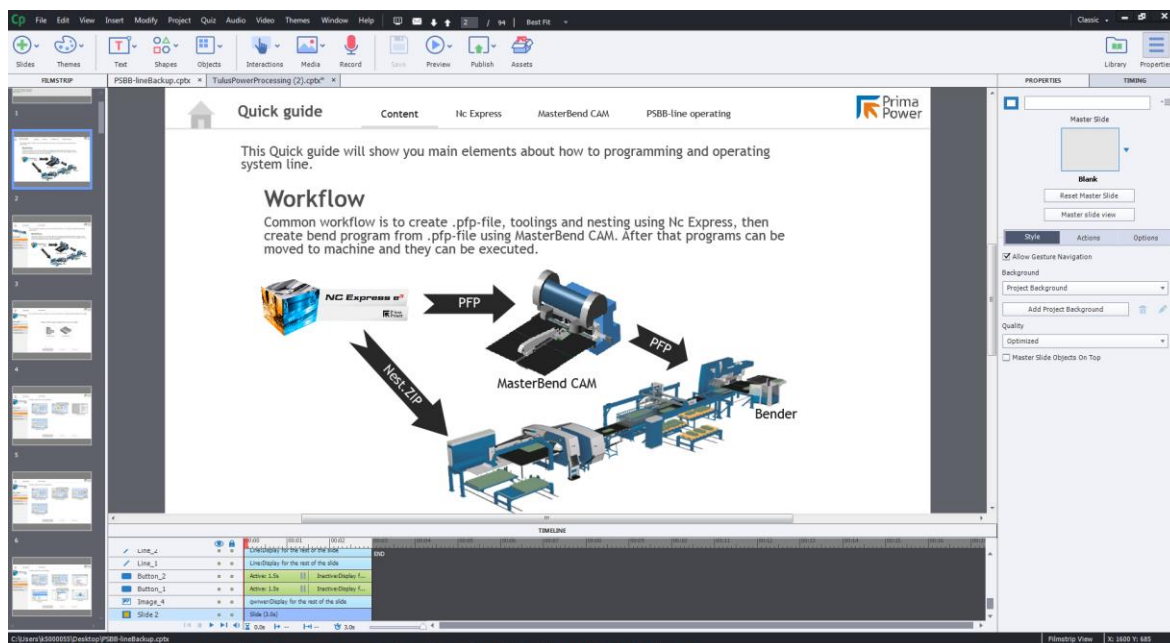
Linjastojen työnkulku alkaa geometrian valmistelusta. Geometrian valmistelu tehdään erilailla riippuen siitä, onko alkuperäinen geometria 2- vai 3D-muodossa. 2D- muodossa olevan geometrian valmisteluun kuuluu taivutustietojen lisäys, ja 3D- muodossa olevan geometrian valmisteluun kuuluu aukitaivutus, jonka yhteydessä ohjelma luo automaattisesti myös taivutustiedot. Tämän jälkeen geometriasta voidaan luoda .PFP-tiedosto, jonka jälkeen tehdään työstöradat levytyökoneelle. Edellä mainitut vaiheet suoritetaan NC Express -ohjelmistoa käyttäen. Seuraavaksi MasterBend Cam -ohjelmiston avulla .PFP-tiedostosta luodaan työstöradat taivutusautomaattia varten. Kun levyntyöstökoneen ja taivutusautomaation ohjelmat ovat valmiita voidaan ne siirtää työkoneille ja suorittaa. Ennen ohjelmien suoritusta täytyy tilanteesta riippuen mahdollisesti tehdä työkalunvaihtoja.

### 3 OHJELMISTOJEN ESITTELY

#### 3.1 Adobe Captivate

Adobe Captivate on ohjelmisto, jonka avulla kuka tahansa voi luoda tehokkaasti eLearning-materiaalia ilman erityistä ohjelmointi- tai multimediataitaa. Näitä materiaaleja voivat olla esimerkiksi harjoittavat simulaatiot, erilaiset tietokilpailut, skenaariopohjaiset koulutukset tai jopa kokonaiset kurssit (Kuvio 4). (Michael 2008.)

Adobe Captivatella voidaan käsitellä staattisia ja interaktiivisia koulutusmoduuleja sekä myös kunnianhimoisempia kustomoituja monimutkaisen interaktiivisuuden projekteja. Captivaten avulla myös jo valmiiksi olemassa olevat Power Point -esitykset voidaan muuntaa edistyneempään formaattiin ja niihin voidaan lisätä interaktiivisuutta ym. ominaisuuksia. Lopuksi valmis materiaali on mahdollista julkaista tietokoneelle sekä mobiililaitteille. (Milshtein [Viitattu 6.3.2017].)



Kuvio 4. Adobe Captivate.

### 3.2 CAM-ohjelmistot

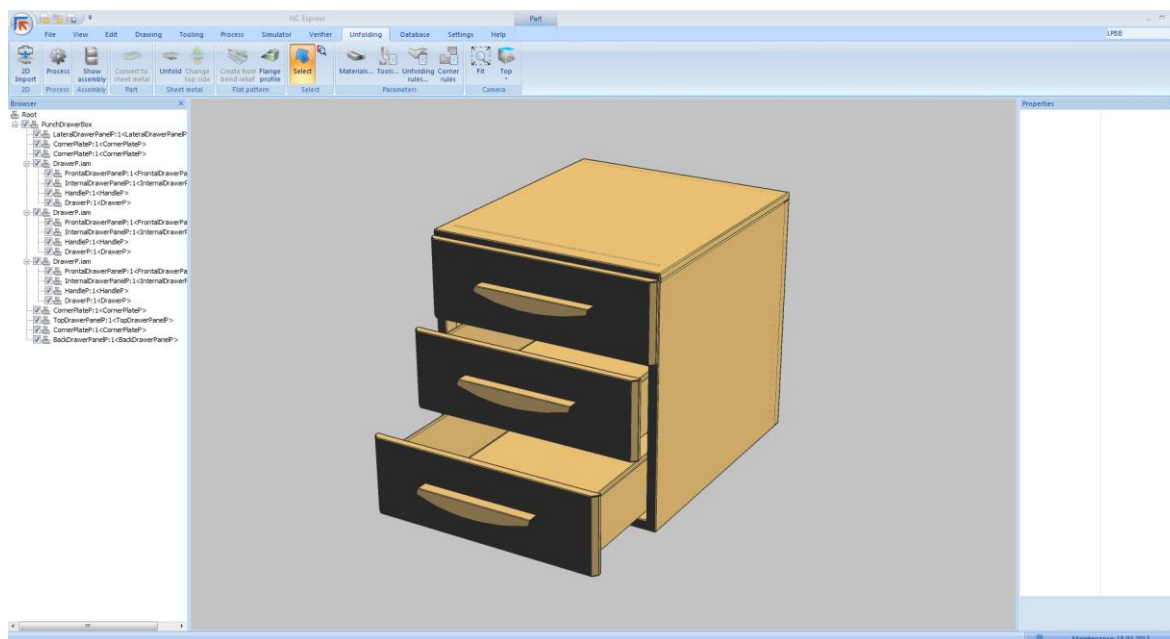
Computer-aided manufacturing (CAM) eli tietokoneavusteinen valmistus tarkoittaa tehokasta tietotekniikan hyödyntämistä valmistuksen ohjeuksessa ja suunnittelussa. CAM-sovellukset voidaan jakaa kahteen pääryhmään, joita ovat valmistuksen suunnittelu ja valmistuksen ohjaus. (Groove 2007, 708-709.)

Valmistuksen suunnitteluun lukeutuvat sovellutukset tukevat epäsuorasti valmistustehtävää, mutta suoraa yhteyttä tietokoneen ja prosessin välillä ei ole. Yksi hyvä esimerkki tästä on tietokoneavustettu NC-kappaleen ohjelmointi. Tämä mahdollistaa todella tehokkaan työstöratojen generoinnin, joka on merkittävästi tehokkaampaa kuin työstöratojen käsin kirjoittaminen. Tällaiset ohjelmistot voivat myös sisältää työkaluja kappaleen kustannusarvion laskemiseen. (Groove 2007, 708-709.)

Valmistuksen ohjaukseen lukeutuvat sovellutukset toteuttavat tehtaassa sijaitsevan fyysisen laitteen hallintaa ja ohjausta. Hyvä esimerkki tästä on prosessin monitorointi ja ohjaus tietokoneen avustamana. Tällaiset menetelmät ovat parhaimmillaan automatisoiduissa tuotantojärjestelmissä. (Groove 2007, 708-709.)

### 3.3 NC Express e3

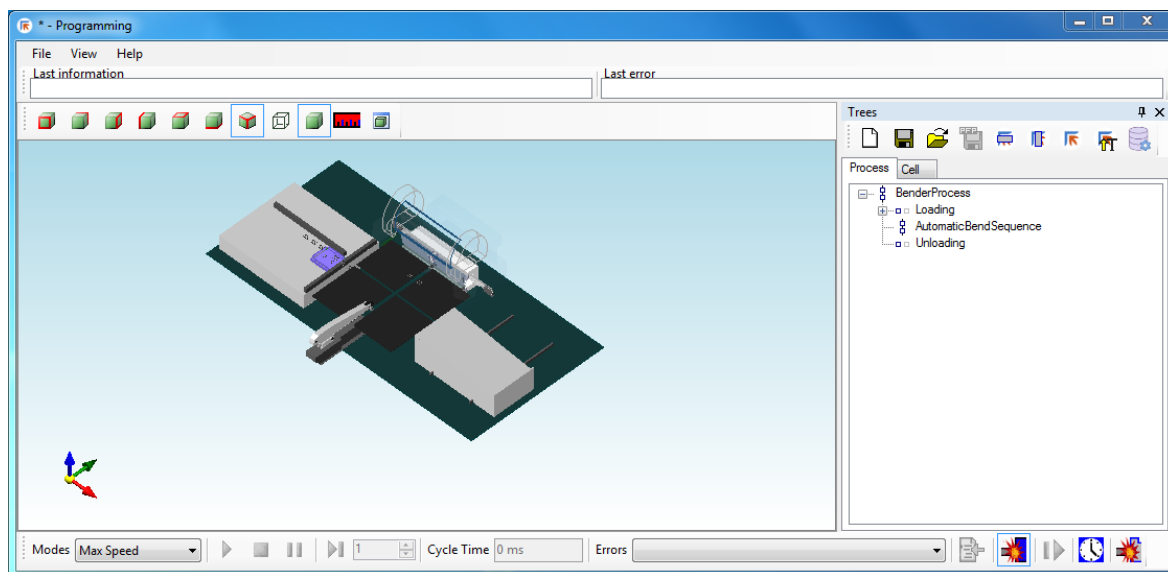
NC Express e3 on osa Prima Powerin ohjelmistoperhettä ja se on suunniteltu toimimaan yhdessä Prima Powerin koneiden sekä Tulus Office -ohjelmiston kanssa. Ohjelmistoa voidaan käyttää yksittäisten osien manuaaliseen ohjelmointiin ja nestaukseen sekä täysin automaattiseen prosessointiin. Tämä käsittää koko prosessin 3D- ja 2D-geometriasta valmiiksi ohjelmaksi. Ohjelmistoon sisältyy myös raportointi valmistukseen kuluva ajasta ja kustannuksista. Ohjelmisto on suunniteltu saavuttamaan Prima Power -koneiden paras mahdollinen suorituskky. Kuviossa 5 näkymä NC Express e3 -ohjelmistoon tuodusta laatikoston kokoonpanosta. (Prima Power 2014a.)



Kuvio 5. NC Express e3.

### 3.4 Master BendCam

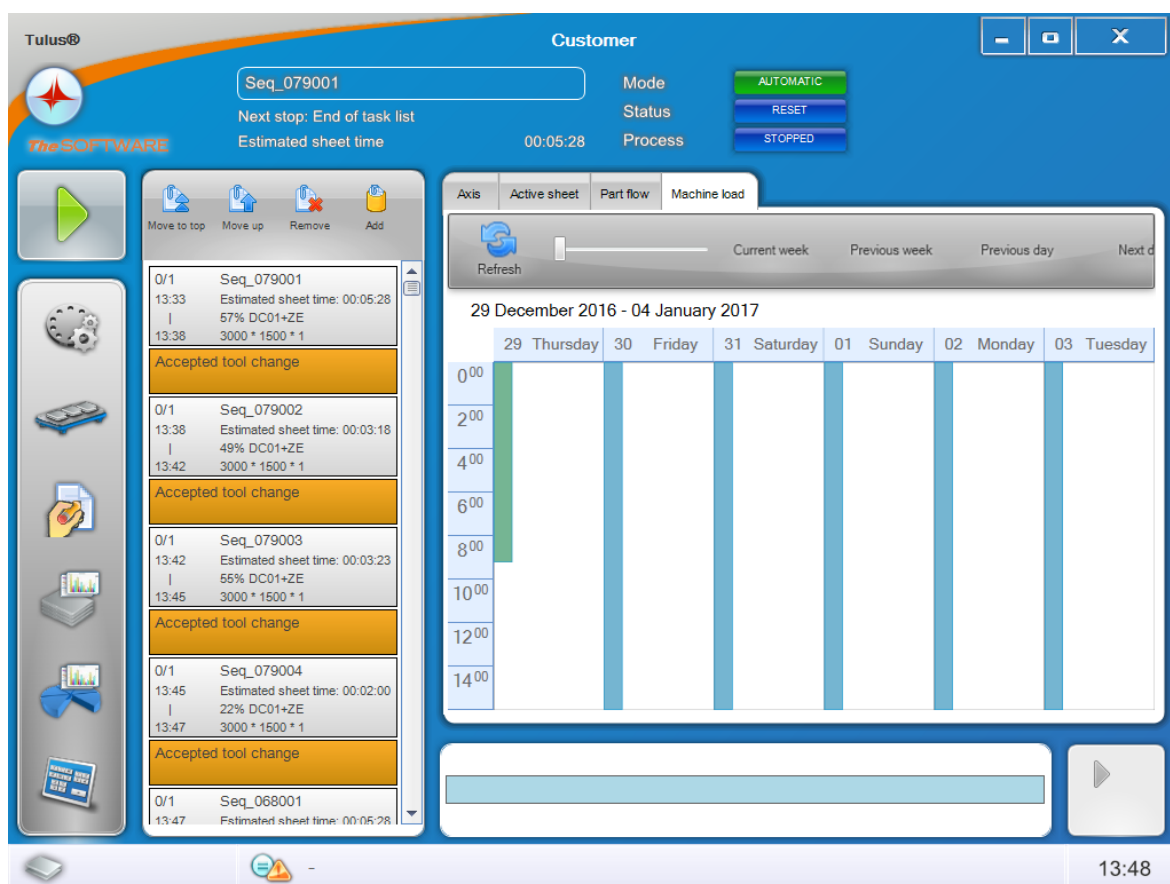
Master BendCam on luotu Prima Powerin taivutuskoneiden ja solujen ohjelmointia varten, ja se toimitetaan laitetoimituksen yhteydessä. Ohjelmiston avulla taivutusohjelma voidaan luoda joko manuaalisesti tai täysin automaattisesti. Ohjelma sisältää myös visuaalisen 3D-ympäristön, törmäystarkistuksen sekä tarkan laskennan kappaleen työstöajasta. Kuviossa 6 näkymä Master BendCam -käyttöliittymästä. (Prima Power 2013a.)



Kuvio 6. Master BendCam -käyttöliittymä.

### 3.5 Tulus Cell

Tulus Cell on levytyökoneen käyttöliittymä, jolla ohjataan koneen käyttöä, työkaluja, työstöjärjestystä sekä valmiiden kappaleiden järjestelyä. Tietokannat Tulus Cellin ja NC Expressin välillä ovat synkronoituja ja tämä mahdollistaa työstöohjelmien tekemisen CAM-ympäristössä suoraan turretissa valmiina oleville työkaluille. Tuluksen käyttöliittymässä voidaan myös tarkastella koneen tilaa sekä työlistaa, jossa ilmoitetaan seuraavat manuaaliset toimenpiteet, kuten esimerkiksi työkalun vaihdot, materiaalin lisäys sekä muita tietoja. Kuviossa 7 näkymä Tuluksen käyttöliittymästä. (Prima Power [Viitattu 29.3.2017].)



Kuvio 7. Tulus Cell –käyttöliittymä.

## **4 DIGITAALINEN OPPIMISYMPÄRISTÖ**

### **4.1 Verkko oppimisympäristönä**

Verkko-opetuksessa hyvinkin erilaisten materiaalien ja raaka-aineiden käyttö on mahdollista. Verkko itsessään sisältää paljon käyttökelpoista tietoa, mutta myös oppikirjoja ja muita painettuja lähteitä voidaan käyttää normaaliin tapaan verkko-opetuksen rinnalla. Internetin yleistymisen myötä tiedon saatavuus on kasvanut merkittävästi ja tämä asettaa suuria vaatimuksia oppijan tiedonhaku-, tulkinta- ja käyttötaidoille. Verkon moniulotteisuuden ja verkkomaisuuden vuoksi verkon syvällinen hyödyntäminen vaatii erilaista luku- ja kirjoitustaitoa kuin painetut lähteet. Verkko-opetuksessa materiaalin tehtävä on hyvin moninainen. Se toimii oppijan tiedonkäsittelyn raaka-aineena tai kontekstin luojana, sekä alustana ja ohjaajana tiedon rakentamiselle. Käytettävä materiaali tai ohjelma on integroitava kokonaisoppimisprosessiin, sillä oppimateriaali harvoin yksistään toimii mielekkäästi ilman oppimisprosessin suunnittelua. Vaikka verkko-oppiminen usein saattaa olla ajasta ja paikasta riippumatonta, on hyvä muistaa, että opiskelu silti vaatii aina ajan ja paikan. (Keski-Sämpi 2007, 61; Silander & Koli 2003, 54-55.)

#### **4.1.1 Tietokoneavusteiset opetusohjelmat**

Tietokoneavusteiset opetussovellukset voivat sisältää ajattelun, ongelmanratkaisun ja tiedonrakentelun työkaluja. Yksittäisen tiedon ja taidon harjoittavista sovelluksista on siirrytty verkostopohjaisiin ja laajempiin sovelluksiin. Tietokoneavusteiset opetusohjelmat voivat olla myös interaktiivisia, mikä mahdollistaa välittömän palautteen oppijalle. Nykyaikaiset opetussovellukset voivat mukautua oppijan tietotason mukaan ja antaa näin ollen hyvinkin yksilöllistä opetusta. (Silander & Koli 2003, 55.)

#### 4.1.2 Hyper- ja multimediasovellukset ja niiden käyttö

Multimedia on tietokonepohjainen integraatio, joka sisältää useampaa erilaista mediaa. Näitä mediasisältöjä voivat olla esimerkiksi kuva, ääni, animaatio ja video. Multimedian avulla on mahdollista hyödyntää yhtäaikaaisesti useampaa eri aistikanavaa ja näin ollen auttaa oppijaa havainnoimaan ja vastaanottamaan tietoa tehokkaammin. Multimedia on kuitenkin vuorovaikutuksetonta ja passiivista, mikä heikentää sen käyttömahdollisuuksia. (Silander & Koli 2003, 56.)

Jos multimedia sisältää interaktiivisia ja vuorovaikutuksellisia elementtejä, voidaan sitä kutsua hypermediaksi. Hypermediassa usein käyttäjä voi vaikuttaa sovelluksen etenemiseen. Suuri osa opetuksellisista verkkosivuista ovat hypermediapohjaisia. Hypermedia voi tietokoneavusteisten opetusohjelmien tapaan antaa oppijalle palautetta. Usein hypermedia-oppimateriaali kuitenkin tarvitsee tueksi myös muita tiedonkäsittelyä ohjaavia elementtejä. (Silander & Koli 2003, 56.)

**Kuva.** Kuvien avulla voidaan havainnollistaa ilmiöitä ja asioita sekä tukea oppimisprosesseja. Vaikeasti ymmärrettävät ja selitettävät asiat on usein helpompi esittää kuvilla. Kuvilla on myös keskeinen vaikutus muuhun samassa yhteydessä esitettävään mediaan. Oppimateriaalin tekstissä voidaan viitata kuviin ja ohjata oppijan huomio haluttuihin kohtiin. (Silander & Koli 2003, 73-74.)

**Animaatiot.** Animaatiot kuvaavat proseduraalista tietoa ja niitä voidaan käyttää erilaisten ilmiöiden ja toimintaprosessien havainnollistamiseen. Animaatiot ovat usein väline vaikeasti havainnoitavien asioiden ymmärtämisen helpottamiseksi. Animaatiot voivat olla myös interaktiivisia, jolloin oppija voi vaikuttaa sen etenemiseen ja mahdollisesti valita erilaisia polkuja ja näin ollen saavuttaa erilaisia lopputuloksia. Usein käyttäjän huomio kiinnittyy juurikin liikkuviin elementteihin ja tästä syystä animaatiot ovat hyvä keino saavuttaa oppijan huomio. (Silander & Koli 2003, 74.)

**Kuvaajat.** Numeerinen data on usein helpoin esittää kuvaajalla, joka visuaalisin keinoin auttaa oppijaa hahmottamaan numeerisia arvoja, niiden välistä suhdetta, eroa ja muutosta. Kuvaajat voivat myös sisältää animaatioita, jolloin muutokset suhteessa aikaan on helpompi esittää. Pylväsdiagrammit soveltuvat hyvin



määrällisen tiedon esittämiseen ja piirakkadiagrammit prosentuaalisen osuuden kuvaamiseen. (Silander & Koli 2003, 73-75.)

**Teksti ja hyperteksti.** Perinteisiä oppimismenetelmiä käytettäessä perinteinen teksti on ollut yleisin käytetty mediaelementti, jolla tietoa on siirretty oppijalle. Verkko-opetuksessa teksti ei ainoastaan esittele tietoa ja sisältöä valmiiksi jäsennettynä, vaan se myös aktivoi oppijaa tekemään omia johtopäätöksiä ja yhdistelemään asioita. Linkeistä ja tekstikappaleista muodostuva rakenteinen teksti on hypertekstiä. Toisin kuin perinteinen teksti, joka muodostuu lineaarisesti, hyperteksti muodostuu epälineaarisesti kyseisen asiasisällön mukaan. Hypertekstiä käytettäessä käyttäjän on mahdollista selata tekstiä haluamassaan järjestyksessä luoden omanlaisen kokonaisuuden. Konstrukttiivisen luonteensa vuoksi hyperteksti sopii hyvin uusien oppimiskäsitysten filosofiaan. (Silander & Koli 2003, 75-76.)

**Video.** Verkko-opetuksessa video voi usein olla oma kokonaisuus, eikä sitä välttämättä integroida ollenkaan muuhun materiaaliin. Videota käytettäessä on hyvä aktivoida oppijaa erilaisilla oppimistehtävillä ja kysymyksillä, ettei oppimistilanne jää liian passiiviseksi. Animaation tapaan videoilla on hyvä kuvata tilanteita, joita voisi perinteisen tekstin avulla olla vaikea tai mahdoton kuvailla. Videolle kuvattu tapahtuma voi usein toimia kontekstin ja motivaation luoja. (Silander & Koli 2003, 76.)

**Ääni.** Ääniefektejä käytetään usein palautteen antamiseksi käyttäjälle, suoran opittavan asian välittämisen sijasta. Ääntä käytetään myös usein informatiivisten kommenttien muodossa, kun oppijalle välitetään lyhyitä ja yksittäisiä asioita. Nämä kommentit voivat olla joko rohkaisevia tai toimintaa ohjaavia. Pidempien asiantuntijaluentojen käyttäminen on myös mahdollista, mutta tällöin täytyy huomioida oppijan aktivointi, ettei kuuntelu jää liian passiiviseksi. Tällaisissa tilanteissa oppimistehtävät ja kysymykset ovat hyviä. (Silander & Koli 2003, 76-77.)

#### 4.1.3 Oppimisen rajaus

Itseopiskelukurssin käynnistäminen ei vielä itsessään aloita oppimisprosessia, eikä siitä ulos kirjautuminen sitä myöskään lopeta. Tietokoneen ääressä istuminen on

vain pieni osa suurta oppimisprosessia. Oppimista ja kehittymistä tapahtuu koko ajan, ja mietintää, pohdintaa ja keskustelua aiheeseen liittyen tapahtuu. Tämän vuoksi oppimista ei usein voida rajata yhteen tilanteeseen, sillä alitajunta työskentelee asioiden parissa kaiken aikaa. Oppiminen on tiedon keräämistä, jossa useilla eri ärsykkeillä on vaikutus aiemmin opittuun ja tiedostettuun asiaan. (Alamäki & Luukkonen 2002, 102.)

## 4.2 Oppimisaihiot

Oppimisaihiot ovat kompakteja multimediapohjaisia oppimateriaalin palasia tai opetusohjelmia. Oppimisaihioita voidaan käyttää erilaisissa oppimisen vaiheissa ja prosesseissa. Ne ovat pedagogisesti avoimia, eli niitä voidaan käyttää erilaisten pedagogisten mallien mukaisesti erinäisissä oppimisprojekteissa. Oppimisaihiot tarjoavat sisällöllisesti avoimia käyttömahdollisuuksia ja havainnollistavat oppimista ja tiedon prosessointia oppimistilanteen aikana. Oppimisaihioita yhdistelemällä voidaan luoda yksilöllisiä oppimispolkuja ja prosesseja. Vaikeasti opetettaviin ja havainnollistettaviin oppimisvaiheisiin voidaan tuoda lisäarvoa oppimisaihioiden avulla. Esimerkkejä oppimisaihioista ovat erilaiset visualisoinnit ja interaktiiviset simulaatiot, jotka analogisesti havainnollistavat opetettavaa asiaa. Oppimisaihiona voidaan pitää myös pohjaa, jota oppija voi itse täydentää. Nämä oppimisaihiot voidaan jakaa neljään eri luokkaan. (Silander & Koli 2003, 67.)

**Oppimisen idut.** Oppimisen idut synnyttävät oppimisprosesseja. Näissä aihioissa oppija havainnointia ja tiedon käsittelyä ohjataan erilaisin tavoin. Näitä tapoja voivat olla esimerkiksi aktivoivat kysymykset, toiminnallinen tuki, interaktio tai palaute. Oppimisen idut voivat myös raaka-aineita, jotka toimivat pohjana uuden asian työstämiselle. (Silander & Koli 2003, 69.)

**Oppimisen kohde.** Tähän kuuluu presentaatio-tyyliset oppimisaihiot, jotka kuvaavat oppimisen kohteena olevaa sisältöä. Tähän luokkaan kuuluvat myös havainnollistavat oppimisaihiot, kuten esimerkiksi animaatiot tai passiiviset simulaatiot. Nämä oppimisaihiot soveltuvat hyvin tiedonhankintaan ja lisäarvo verrattuna perinteiseen mediaan voi jäädä kyseenalaiseksi. (Silander & Koli 2003, 69.)

**Oppimisen työkalut.** Näitä voivat olla asiasisältöön sidotut oppimisaihiot, jotka ohjaavat tiedon käsittelyä sekä mahdollisesti antavat myös palautetta. Näitä asiasisältöön sidottuja aihioita voivat olla esimerkiksi interaktiiviset simulaatiot, jotka havainnollistavat ja auttavat oppijaa tiedonprosessoinnissa. Näillä tavoilla oppimiseen voidaan tuoda suurta lisäarvoa perinteisiin tapoihin verrattuna. Oppimisen työkaluina voidaan pitää myös kontekstivapaita oppimisaihioita, jotka ohjaavat oppijaa havainnoinnin, ajattelun ja tiedonrakentelun tasolla. Näitä kontekstivapaita oppimisaihioita voidaan käyttää käsitteen muodostamiseen tai oppijan prosessin ohjaamiseen. (Silander & Koli 2003, 69.)

**Työkalut ja työkaluohjelmat.** Näitä voivat olla esimerkiksi piirtämiseen tai laskemiseen tarkoitetut työkalut, jotka eivät ohjaa oppijan oppimisprosessia. Työkalut eivät myöskään ole sidottuna mihinkään sisältöön eivätkä ne itsessään sisällä opettavaa materiaalia, vaan oppijan on itse tuotava tai luotava se. (Silander & Koli 2003, 69-70.)

#### 4.2.1 Pedagoginen funktio eli käyttökohde

Verkko-opetuksen suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota oppimisprosessin suunnitteluun ja oppimisaihioden integroimiseen oppimisprosessiin. Oppimisaihiot voivat olla pieniä ja kompakteja oppimismateriaaleja, ja tällöin vaarana on materiaalin ja tiedon sirpaleisuus. On tärkeää miettiä tarkasti oppimisaihioden käytön suunnittelussa, mikä olisi sopiva käyttökohde ja miten se linkittyy oppimisprosessin elementteihin. On tärkeää huomioida myös oppimisaihion pedagoginen funktio eli käytön tavoite. On syytä miettiä, miten oppimisaihion on tarkoitus edistää oppimista. Ensimmäisenä mieleen tulevat käyttökohteet eivät aina ole pedagogisesti parhaita vaihtoehtoja. Yhdellä oppimisaihiolla voi olla useampia pedagogisia funktioita ja käyttökohteita. Pedagogisen funktion saattaa määrittää myös jokin muu kuin itse oppimisaihio, kuten esimerkiksi opettajan ohjeistus siitä, miten oppimisaihiota tulisi tarkastella. Seuraavaksi käsitellään muutamaa erilaista oppimisaihion pedagogista funktiota. (Silander & Koli 2003, 70.)

**Aktivointi.** Edistääkseen uuden asia oppimista oppimisaihiota voidaan käyttää aktivoimaan oppijan aikaisempia tietorakenteita ja kognitiivisia prosesseja. (Silander & Koli 2003, 71.) Aktivoinnin apuvälineinä voidaan käyttää esimerkiksi palautetta, testiä tai kyselylomaketta. (Pitkänen & Rytönen-Suontausta 2016.)

**Kontekstin luonti ja ongelman asettaminen.** Kontekstin luomiseen voidaan käyttää oppimisaihiota, jolla luodaan autenttinen skenaario oppijoiden ongelmien asettamiselle. Tällainen oppimisaihio voidaan jäsentää pedagogisesti siten, että se ohjaa oppijan halutun sisällön pariin ongelmien asettamisessa. (Silander & Koli 2003, 71.)

**Hypoteesin/työskentelyteorian testaaminen.** Oppimisaihiota voidaan käyttää oppijan tietojen ja taitojen testaamiseen, sekä tämän pohjalta johtopäätösten tekoon. Hyvä esimerkki tällaisesta oppimisaihiosta on interaktiivinen simulaatio. (Silander & Koli 2003, 71.)

**Tietolähde.** Monet oppimisaihioista soveltuvat hyvin tietolähteiksi. Tietolähde tyyppisiä oppimisaihioita voidaan käyttää tiedonrakentelun raaka-aineena. Tällaisten oppimisaihioiden avulla voidaan havainnollistaa erilaisia asioita ja ilmiöitä, esimerkiksi prosessia. (Silander & Koli 2003, 71.)

**Tiedonrakentelu.** Oppimisen työkalu tyyppiset oppimisaihiot ohjaavat tiedonrakenteluprosessia. Näitä voivat olla esimerkiksi erilaiset ongelmanratkaisutyökalut sekä työkalut, joilla voidaan esittää oppijan käsitteellistä luomusta. (Silander & Koli 2003, 71.)

**Reflektio.** Oppimisaihio voi ohjata oppijan reflektointiprosessia. Hyvä digitaalinen oppimisaihio johtaa oppijan uusien ajatusten pariin. Tällaisilla oppimisaihioilla on usein myös tyypillistä asettaa oppija kyseenalaistamaan ja pohtimaan omia tai työyhteisön toimintatapoja. (Silander & Koli 2003, 72; Alamäki & Luukkonen 2002, 94.)

**Testaus/arviointi.** Tällä oppimisaihiolla voidaan arvioida oppijan osaamista ja oppimista sekä testata tietoja ja taitoja. Parhaimmissa tapauksissa tällainen oppimisaihio mahdollistaa perinteisiä oppimisen todennuskeinoja autenttisempia

tapoja oppimisen ja osaamisen testaamiseen ja arviontiin verkko-oppimisympäristössä. (Silander & Koli 2003, 72.)

#### **4.2.2 Pedagoginen jäsenitys ja sisääntulo**

Pedagogiset funktiot luovat rajapinnan sille, miten oppimisaihiot linkittyvät oppimisprosessiin. Samaa oppimisaihiota voidaan käyttää useassa oppimisprosessin eri vaiheessa ja tällöin sillä on useita eri pedagogisia funktioita. Esimerkiksi tietynlaista simulaatiota voidaan käyttää oppimisprosessin alussa ongelman asettamiseen ja loppuvaiheessa reflektointiin. Tällöin korostuu osittain oppimisaihion määrittävä sisääntulo sekä rajapinnat molemmin puolin oppimisprosessin ja oppimisaihion välillä. Oppimisaihiot voivat sisältää sisääntuloja tai opettaja voi ne luoda opetustilanteessa vaikkapa tehtävänantona, jonka perusteella oppija tarkastelee ja työstää asiaa. Usein sisääntulolla luodaan oppimisaihiolle pedagoginen funktio. Jotta vältetään siltä, etteivät oppimisaihiot jää irrallisiksi sirpaleiksi vailla kokonaismerkitystä, on pyrittävä aktiivisesti luomaan pedagogisesti mielekkäitä linkityksiä oppimisaihioiden ja kokonaisoppimisprosessin välille. Oppimisaihiot usein vaativat pedagogista jäsenitystä sekä kognitiivisten prosessien ohjausta. (Silander & Koli 2003, 74-75.)

### **4.3 Moodle**

Moodle on maailma eniten käytetty verkko-oppimisympäristö. Moodlea käytetään 200 maassa yli 70 eri kielellä. Se on avoimen lähdekoodin ohjelmisto, jonka voi ladata ilmaiseksi verkosta. Moodlen avoimuus mahdollistaa sen, että tarvittaessa organisaatiot voivat muokata sitä omien tarpeidensa mukaan. Moodle on web-sovellus, eli se asennetaan web-palvelimelle ja sitä käytetään web-selaimen avulla. (Karevaara 2009, 14.)

Organisaatiosta riippuen oppijat voivat joko itse etsiä ja ilmoittautua kursseille tai sitten Moodlen ylläpitäjä tai opettaja lisää heidät kurssille. Jotkut kurssit saattavat vaatia salasanan, jonka oppijat useimmiten saavat kurssin opettajalta. Tämäkin riippuu organisaation käytännöistä. (Karevaara 2013, 21-31.)

Moodlessa yksi opettajan rooleista on luoda kurssit ja lisätä kurssimateriaali. Kurssin voi määrittää avoimeksi, jolloin kaikki palvelun käyttäjät voivat liittyä sille. Jos kuitenkin kurssille pääsyä halutaan rajata, voi sille asettaa salasanan, joka on tiedettävä kurssille osallistuttaessa. Opettaja voi valita kurssia tehdessään, salliiko käyttäjien liittyä itse kurssille vai lisääkö hän heidät itse. Opettaja voi arvioida kurssin käyttäjien suoriutumista automaattisen laskentakaavojen avulla tai arvioimalla palautettuja tehtäviä. (Karevaara 2013, 32-41.)

## **5 KOULUTUSMATERIAALIN LUOMINEN**

### **5.1 Linjastoon perehtyminen**

Ensimmäisenä työn pariin ryhdyttäessä osallistuttiin koulutukseen Prima Power Technology and Training Centerillä Kauhavalla. Koulutuksessa käytiin läpi koko linjaston kulku sekä opeteltiin ohjelmoimaan kappaleita linjastolle. Päivän päätteeksi linjaston läpi ajettiin muutamia ohjelmoimiamme kappaleita. Tämän päivän aikana tuli lähestulkoon koko kurssin tuleva materiaali käytyä kerralla läpi. Tällaisessa asiakokonaisuudessa tietysti on paljon pureskeltavaa, eikä jokainen vaihe välttämättä jää kirkkaasti ensinäkemältä heti mieleen. Asioita kuitenkin kerrattiin syventävästi työn edetessä tarpeen mukaan.

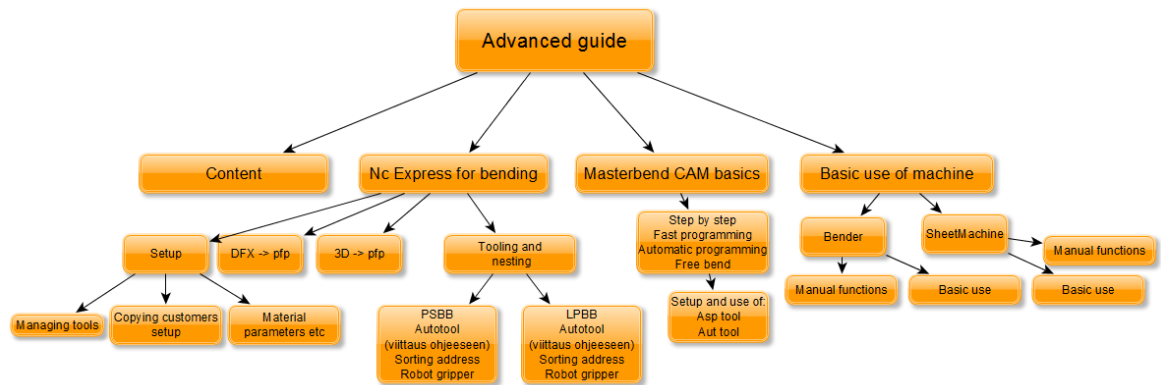
### **5.2 Koulutusmateriaalin rajaaminen**

Rajaaminen on yksi opinnäytetyön tärkeimpiä vaiheita. Kuitenkin rajaaminen harvoin onnistuu täysin heti ensimmäisellä kerralla, sillä tässä vaiheessa työstä ei välttämättä vielä ole kovin tarkkaa kokonaiskuvaa mielessä. Järkevällä rajauksella saadaan kiteytettyä työn tavoite ja tarkoitus. Rajauksessa usein jo päätetään, miten aihetta lähestytään, jonka jälkeen sitten voidaan aloittaa työn suunnittelu ja tekeminen. Alkuvaiheessa rajauksen ei tarvitse olla vielä lopullinen, sillä työn edetessä usein tulee eteen kysymyksiä ja uusia näkökulmia. Oikeanlainen rajaaminen ja näkökulma johtaa sisällön täsmentymiseen ja helpottaa prosessin edistymistä. (Leinonen 2006.)

Järjestelmät kuten PSBB- ja LPBB-linjastot sisältävät useita monimutkaisia laitteita ja niiden käyttöön liittyviä ohjelmistoja, jonka vuoksi koulutusmateriaalin rajauksen ja laajuuden asettaminen jo alkuvaiheessa on hyvin tärkeää. Tällä pyritään siihen, että ohjeesta saadaan mahdollisimman tiivis paketti tarkoituksenmukaista sisältöä.

Linjastoon perehtymisen jälkeen pidettiin yrityksen kouluttajien kanssa koulutusmateriaalin rajaukseen liittyvä palaveri. Palaverissa käytiin läpi asioita, joita tulevassa koulutusmateriaalissa pitäisi käydä ilmi. Quick- ja Advanced-osiot

käsiteltiin erikseen ja kumpaankin määritettiin omat sisällöt. Rajauksesta pyrittiin tekemään mahdollisimman lopullinen jo tässä vaiheessa, että koulutusmateriaalin laajuudesta saataisiin selkeä kuva. Rajauksesta tehtiin myös kaavio-tyylinen hahmotelma (Kuvio 8).



Kuvio 8. Advanced guiden sisältö.

### 5.3 Rakenteen suunnittelu

Kun tulevan koulutusmateriaalin sisältö oli saatu rajattua, voitiin aloittaa sen rakenteen suunnittelu. Koulutusmateriaalissa tulee olemaan paljon eri asioita eri aihealueilta ja tämän vuoksi sen rakenteen, aiheiden esitystavan ja järjestyksen suunnittelu on hyvin tärkeä prosessi. Koulutusmateriaalista pitäisi saada mahdollisimman nopeasti ja helposti sisäistettävä. Tämän lisäksi koulutusmateriaalissa asiat tulisi saada selvitettyä oppijalle mahdollisimman johdonmukaisesti, selkeästi ja laajasti. Oppijan täytyy myös pystyä navigoimaan lähes suoraan etsimänsä sisällön pariin, mikäli hän haluaa tietoa vain tietyistä aiheista. Johdonmukainen kerronta ja vapaa navigointi asettaa tietynlaisen ristiriidan ja vaaran siitä, että malttamattomimmat oppijat eivät välttämättä käy koko koulutusmateriaalia läpi, vaan harppovat aiheiden välillä edestakaisin, eikä tällöin haluttua kuvaa kokonaisuudesta aina muodostu.

Työn Quick-osiosta suunniteltiin sellainen, että sen pystyisi selata läpi parissa minuutissa kertauksena ennestään opitulle ja Advanced-osiosta voisi sitten tarvittaessa hakea lisätietoa tai käydä opettelemassa kokonaan uutta. Molempien osioiden alkuun laitettiin selvitys järjestelmän työkulun etenemisestä. Näin

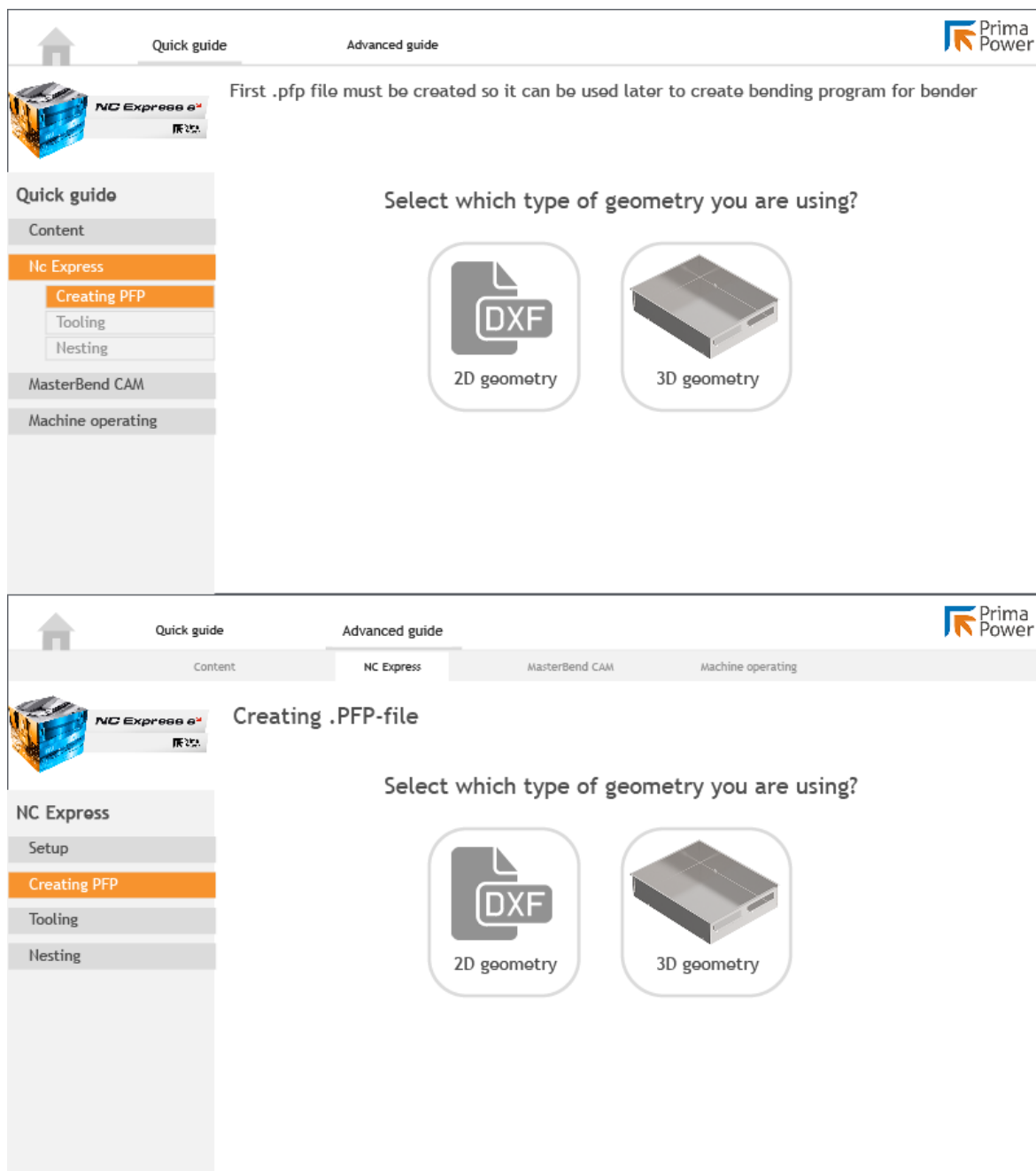


käyttäjän on jo alkuvaiheessa mahdollista muodostaa itselleen kuva prosessista kokonaisuutena.

#### **5.4 Materiaalin luominen**

Materiaalin luontia varten kerättiin työn aikana satoja kuvakaappauksia ohjelmistoista ja niiden käytöstä. Osa käytetyistä kuvista on myös itse renderöityjä KeyShot-ohjelmistolla ja Gimp-kuvankäsittelyohjelmalla muokattuja.

Koulutusmateriaalin luominen aloitettiin tekemällä hahmotelma suunnitellun rakenteen otsikoinnista. Lopullinen otsikointi ratkaisu löydettiin vasta muutaman kokeilun jälkeen. Ratkaisussa, johon päädyttiin, Advanced-osio sisältää yhden otsikkotason enemmän kuin Quick-osio (Kuvio 9).



Kuvio 9. Quick- ja Advanced-osioiden otsikkorakenne.

Kun otsikointi ja rakenne asiat olivat selvillä, voitiin keskittyä itse koulutusmateriaalin luomiseen. Koulutusmateriaalin luonti tapahtui pala palalta aihe kerrallaan. Jokaisen aiheen välissä pidettiin palaverieita ja käytiin sisältöä läpi sekä listattiin korjattavia asioita. Kuitenkin tässä vaiheessa jo oli selvää, että sisältöön tulee muutoksia vielä jatkossakin korjauksista huolimatta, sillä koulutusmateriaalin käyttöönoton myötä varmasti ilmenee uusia näkökulmia.

Jokaisen aiheen ja osa-alueen alkuvaiheessa täytyi miettiä tarkasti, miten asiaa lähdetään avaamaan oppijalle. Tässä piti ottaa huomioon se, minkälaista tietämystä oppijalla on pohjalla käsiteltävistä asioista sekä yleisesti ottaen ohutlevytekniikasta. Esimerkiksi automaattitaivuttimelle ohjelmaa tehdessä on tärkeää osata päätellä, missä järjestyksessä taivutuksia kannattaa lähteä tekemään ja minkälaisia valmistusmenetelmiin ja koneisiin liittyviä rajoituksia on olemassa.

Koulutusmateriaalin käyttökohdetta ajatellen oletettiin, että oppijalla olisi jo jonkin verran esitietoa NC Express -ohjelmistosta ja sen käytöstä. Tämän vuoksi NC Express Quick -osio jätettiin hyvinkin suppeaksi. Master BendCam oletettiin olevan kohderyhmälle vieraampi ohjelmisto ja siitä tehtiin yksityiskohtaisempi ohjeistus sekä esittelyosio, jossa käydään läpi ohjelmiston valikoita ja työkaluja.

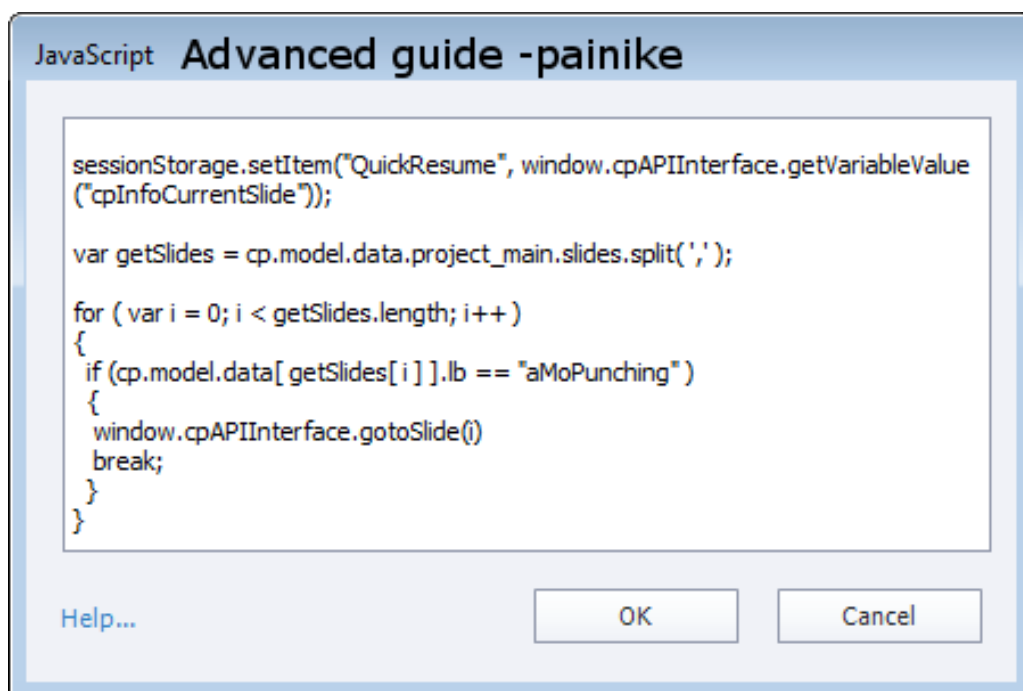
Machine operating -vaiheeseen siirryttäessä kokeiltiin tehtyä koulutusmateriaalia käyttäen tehdä työstöohjelmat levytyökoneelle ja automaattitaivuttimelle. Ajettiin myös tehdyt ohjelmat linjaston läpi. Tässä vaiheessa ilmeni monia asioita, joita käyttäjän täytyisi vielä osata huomioida. Suurin osa näistä asioista kuitenkin liittyi varastomateriaaleihin sekä koneissa kiinni oleviin työkaluihin ja muihin muuttujiin, jotka eivät todennäköisesti ole samalla tavalla silloin, kun oppija käyttää koneita. Näin ollen näitä asioita on vaikea selventää koulutusmateriaaliin ja käyttäjän on osattava itse tarvittaessa soveltaa oppimiaan asioita. Kun tehdyt ohjelmat oli saatu ajettua linjaston läpi, alkoi pohdinta siitä, miten ja mitä tarkalleen ottaen koneiden käytöstä koulutusmateriaaliin tulisi laittaa. Päädyttiin siihen, että tässäkin vaiheessa olisi hyvä selventää käyttäjälle ensimmäisenä työnkulkua, mutta tällä kertaa työpisteen näkökulmasta. Muuten tähän osioon sisällytettiin vain hyvin peruskäyttöä edellyttävät ohjeistukset. Machine operating -ohjeiden luomisen jälkeen sisältö oli valmis.

## **5.5 Navigoinnin uudelleentoteutus**

Kun Captivaten sisältö alkoi olla hiomista vaille valmiina, nousi esille ajatus siitä, olisiko mahdollista luoda Quick-osion puolelta suoraa linkkiä Advanced-osioon saman aiheen pariin. Tällöin Advanced-puolelta täytyisi myös pystyä palaamaan suoraan samalle dialle, miltä oli lähdetty. Captivaten valmiita työkaluja käyttämällä

tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista. Pienen selvittelyn jälkeen selvisi, että Captivaten JavaScript Interface -toimintojen avulla tällainen olisi toteutettavissa. Päädyttiin ratkaisuun, jossa aina ylimmän otsikkorivin Advanced guide -painiketta painettaessa siirrytään Advanced guiden puolella saman sisällön pariin kuin Quick guide -osiossa ollaan. Advanced guiden puolella oltaessa Quick guide -painikkeen painaminen siirtää takaisin dialle, jolta oli lähtenyt ennen Advanced-osioon siirtymistä.

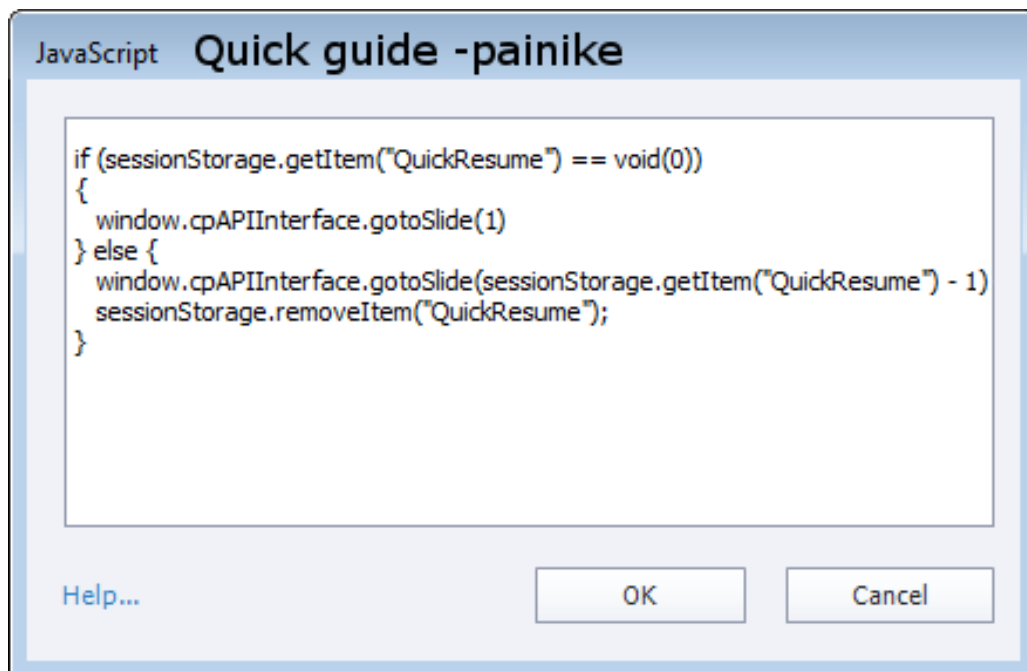
Yllä mainitun navigointiperiaatteen toteuttaminen onnistui muutamalla JavaScript-rivillä, jotka asetettiin painikkeiden toiminnoiksi. Advanced guide -painiketta painettaessa kirjoitetaan nykyisen dian järjestysnumero muistiin selaimen Session Storageen muuttujan "QuickResume" alle. Tämän jälkeen haetaan lista koulutusmateriaalin diojen nimistä, jonka jälkeen for-loopilla etsitään halutun dian järjestysnumero ja siirrytään järjestysnumeron perusteella tälle dialle (Kuvio 10).



Kuvio 10. Advanced guide -painikkeen JavaScript.

Palaaminen Quick guiden puolelle toteutettiin komennolla siirtyä dialle ("QuickResume" – 1). Vähennys yksi tulee siitä, että variable "cpInfoCurrentSlide", jolla dian järjestysnumero tallennettiin aloittaa laskennan nollasta ja komento "gotoSlide" jolla dialle siirtyminen tapahtuu aloittaa laskennan yhdestä. Siirtymisen jälkeen "QuickResume" poistetaan Session Storagesta. Scriptissä on myös ehto,

että jos *QuickResume* arvoa ei ole asetettu, siirrytään Quick guiden ensimmäiselle dialle (Kuvio 11).



Kuvio 11. Quick guide -painikkeen JavaScript.

Navigoinnin toteuttaminen olisi tietysti onnistunut myös komennolla siirtyä dialle valmiiksi annetun järjestysnumeron mukaan, mutta silloin ohjeen myöhempi päivittäminen olisi paljon työläämpää, sillä diojen järjestysnumeroiden muuttuessa pitäisi muutos päivittää käsin myös jokaisen painikkeen scripttiin. Tämän vuoksi dian järjestysnumeron etsiminen dian nimen perusteella koettiin paremmaksi ratkaisuksi.

## 6 TULOKSET

Työn alussa tehtiin rajausta ja suunnitelma asioista, joita koulutusmateriaali tulee sisältämään. Koulutusmateriaaliin sisällytettiin työnkulun kerronta, ohjeet ohjelmien tekemisestä työstökoneille ja ohjeet koneiden peruskäytöstä. Koulutusmateriaaliin tehtiin kaksi eri osiota, joista toinen on Quick guide, joka sisältää vain keskeisimmät asiat ikään kuin kertauksena. Toinen laajempi osio on Advanced guide, joka sisältää yksityiskohtaisemman ohjeistuksen sekä joitakin ratkaisuja ongelmatilanteiden ratkomiseen.

Lopputuloksena oli 222 diaa koulutusmateriaalia, joista 26 kuuluvat Quick guide -osioon ja loput Advanced guide -osioon. Jokainen dia sisältää havainnollistavan kuvan tai kuvia selvennettävästä aiheesta. Suuri osa koulutusmateriaalista koostuu opittavan ohjelmiston mukana edettävistä simulaatioista. Koulutusmateriaaliin saatiin sisällytettyä kaikki asiat, joita oli alun perin suunniteltukin sisällytettäväksi. Navigointi eri aiheiden välillä toteutettiin painikkeiden ja otsikoinnin avulla, jotka ovat linkitettyinä toisiinsa. Tämän ansiosta oppijan on mahdollista siirtyä nopeasti etsimänsä sisällön pariin. JavaScriptillä luotu tilannekohtainen navigointi Quick- ja Advanced-osioiden välillä mahdollistaa saumattoman Quick- ja Advanced -osioiden välillä harppomisen tarpeen mukaan.

## 7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Työn päällimmäisenä tarkoituksena oli luoda Captivate-pohjainen nopeasti ja helposti sisäistettävä koulutusmateriaali PSBB- ja LPBB-linjastojen käyttämisestä. Tämänhetkinen käyttökohde on sisäinen henkilöstökoulutus, mutta koulutusmateriaalia tullaan mahdollisesti myöhemmin hyödyntämään myös asiakaskoulutuksessa. Ennen koulutusmateriaalin käyttöönottoa asiakaskoulutuksessa täytyy koulutusmateriaalia ensin koekäyttää jonkin verran sisäisessä käytössä ja tehdä tarvittavia täydennyksiä, joita todennäköisesti tulee vastaan koekäytön myötä.

Koulutusmateriaalin avulla on mahdollista opiskella linjastojen käyttöä ajasta ja paikasta riippumatta, minkä vuoksi se toimii hyvänä tukena esimerkiksi maailmalla olevalle käyntiinajajalle. Mikäli koulutusmateriaalia tullaan hyödyntämään myöhemmin myös asiakaskoulutuksessa, voidaan sen tuomalla esitiedolla saada kouluttajan tarvittavaa läsnäoloaikaa lyhennettyä.

Oman arvioni mukaan koulutusmateriaalin luonnissa onnistuttiin hyvin ja siitä tuli joustavasti käytettävä ja kompakti paketti. Sitä, onko työ todellisuudessa ollut kuinka onnistunut, on kuitenkin vielä tässä vaiheessa lähes mahdotonta arvioida. Lopullinen arvio onnistumisesta saadaan vasta koulutusmateriaalin laajemmalla koekäytöllä.

## LÄHTEET

- Alamäki, A. & Luukkonen, J. 2002. eLearning – Osaamisen kehittämisen digitaaliset keinot: strategia, sisällöntuotanto, teknologia ja käyttöönotto. Helsinki: Edita.
- Groove, M. 2007. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. 3. uud. p. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Karevaara, S. 2009. Moodlen perusteet: opettajan ja opiskelijan opas. Helsinki: Finn Lectura.
- Karevaara, S. 2013. Moodle 2. Helsinki: Finn Lectura.
- Keski-Sämpi, U. 2007. Oppimistyylien merkitys videoteknologiaa hyödyntävässä opetuksessa. [Verkkojulkaisu]. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, ohjelmistotekniikan linja.[Viitattu 6.3.2017]. Saatavana: [https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/12531/URN\\_NBN\\_fi\\_jyu-200763.pdf?sequence=1](https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/12531/URN_NBN_fi_jyu-200763.pdf?sequence=1)
- Leinonen, R. 2006. Opinnäytetyön aiheen valinta ja rajaus. [Verkkojulkaisu]. Kajaanin Ammattikorkeakoulu. [Viitattu 15.3.2017]. Saatavana: <http://www.kamk.fi/opari/Opinnaytetyopakki/Opinnaytetyoprosessi/SoTeLi/Opinnaytetyoprosessi/Aiheen-rajaus>
- Michael. 2008. What is Adobe Captivate really?. [Verkkojulkaisu]. CPGURU. [Viitattu 6.3.2017]. Saatavana: <http://www.cpguru.com/what-is-adobe-captivate-really/>
- Milshtein, M. Ei päiväystä. E-learning Tools: A Developer's Riview of Adobe Captivate 7. [Verkkojulkaisu]. SWEETRUSH. [Viitattu 6.3.2017]. Saatavana: <https://www.sweetrush.com/e-learning-tools-a-developers-review-of-adobe-captivate-7/>
- Pitkänen, S. & Rytönen-Suontausta, T. 2016. Aktivointi ja vuorovaikutus massa- ja verkkoluennoilla. [Verkkojulkaisu]. Itä-Suomen Yliopisto. [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <https://wiki.uef.fi/display/opkmateriaalit/Aktivointi+ja+vuorovaikutus+massa+ja+verkkoluennoilla>
- Prima Power. 2013a. Master BendCam 1.0 Programming software for bending automation. [PDF-tiedosto]. Prima Power. [Viitattu 10.3.2017]. Saatavana: [http://www.primapower.com/wp-content/uploads/2016/06/602GB\\_Apr2013\\_Master\\_BendCam.pdf](http://www.primapower.com/wp-content/uploads/2016/06/602GB_Apr2013_Master_BendCam.pdf)



Prima Power. 2013b. Prima Power PunchBend – a new fabrication solution for cut to size material. [PDF-tiedosto]. Prima Power. [Viitattu 10.3.2017]. Saatavana: <http://www.primapower.com/punching-bending-machine-punchbend/>

Prima Power. 2014a. NC Express e<sup>3</sup> Programming efficiency for a productive fabrication process. [PDF-tiedosto]. Prima Power. [Viitattu 10.3.2017]. Saatavana: [http://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/614GB\\_Sep2014\\_NC\\_Express.pdf](http://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/614GB_Sep2014_NC_Express.pdf)

Prima Power. 2014b. Prima Power FMS Unique production power based on unrivalled experience. [PDF-tiedosto]. Prima Power. [Viitattu 10.3.2017]. Saatavana: [http://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/501GB\\_Nov2014\\_Prima\\_Power\\_FMS\\_1.pdf](http://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/501GB_Nov2014_Prima_Power_FMS_1.pdf)

Prima Power. 2014c. Prima Power LPBB The FMS for unique versatility. [PDF-tiedosto]. Prima Power. [Viitattu 8.3.2017]. Saatavana: [http://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/503GB\\_Sep2014\\_LPBB.pdf](http://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/503GB_Sep2014_LPBB.pdf)

Prima Power. 2014d. Prima Power PSBB – a Compact Flexible Manufacturing System. [PDF-tiedosto]. Prima Power. [Viitattu 8.3.2017]. Saatavana: [http://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/500GB\\_Sep2014\\_PSBB.pdf](http://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/500GB_Sep2014_PSBB.pdf)

Prima Power. 2015a. Our history. [WWW-dokumentti]. PRIMA INDUSTRIE S.p.A. [Viitattu 28.3.2017]. Saatavissa: <http://www.primapower.com/our-history/>

Prima Power. 2015b. Prima Power. [WWW-dokumentti]. PRIMA INDUSTRIE S.p.A. [Viitattu 28.3.2017]. Saatavissa: <http://www.primapower.com/fi/prima-power/>

Silander, P. & Koli, H. 2003. Verkko-opetuksen työkalupakki: oppimisaihiosta oppimisprosessiin. Helsinki: Finn Lectura.